

ST/EP 97/05
BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



REC'D	04 DEC 1997
WIPO	PCT

Bescheinigung
PRIORITY DOCUMENT

Herr Oleg S t o l z in Köln/Deutschland hat eine
Patentanmeldung unter der Bezeichnung


"Regenerativer Wärmetauscher"

am 8. Oktober 1996 beim Deutschen Patentamt eingereicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wieder-
gabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patentamt vorläufig die Sym-
bole F 28 D, F 24 F und E 06 B der Internationalen Patent-
klassifikation erhalten.

München, den 15. Oktober 1997
Der Präsident des Deutschen Patentamts
Im Auftrag

ktenzeichen: 196 41 318.4

Agurks

Problemstellung

Der Lüftungsenergieanteil in Gebäuden beträgt nach der neuen Wärmeschutzverordnung 1995 bis zu 70 % der Heizenergie. Könnte man die Lüftungswärme wirksam rückgewinnen, ließen sich in der BRD jährlich ca. 15 Mio Tonnen Heizöl einsparen.

Zielsetzung dieser Erfindung war es, ein Lüftungssystem mit sehr hoher Wärmerückgewinnung zu entwickeln, welches weitgehend von jedermann genutzt werden kann, um obige Einsparungen zu ermöglichen.

Nach Möglichkeit sollte dieses System alle oder die meisten Lüftungsbedingten Nutzerwünsche erfüllen können, d.h. für den Winterbetrieb soll die Frischluft warm, im Sommerbetrieb soll die Frischluft gekühlt in den Raum eingebracht werden können. Weiter soll die Frischluft in ausreichender Masse gefiltert werden. Im Winter sollte auch die Möglichkeit bestehen, die Frischluft angefeuchtet in den Raum einzubringen, nicht jedoch im Sommer.

Des weiteren mußte gefordert werden, daß ein derartiges Lüftungssystem Leistungen erbringen kann, die ein übliches Öffnen der Fenster nicht mehr nötig machen, sodaß die hohe mögliche Wärmerückgewinnung auch wirkungsvoll greifen kann.

Aus energetischen Überlegungen und auch praktischen Erwägungen heraus ergibt sich in jedem Fall ein dezentrales kanalloses Lüftungssystem, welches auch nachträglich in vorhandene Fensterscheiben eingebaut werden können muß, zumindest als Regellösung. Nur dann kann gewährleistet werden, daß das Lüftungssystem in seiner Gesamtheit so preiswert gestaltet werden kann, daß es der üblichen Fensterlüftung sogar ökonomisch überlegen ist, und erst dadurch das gesetzte Ziel überhaupt erreichbar erscheint.

Bei der Problemlösung zeigte es sich, daß das vordergründig schwierig erscheinende Teilproblem, nämlich eine Wärmerückgewinnung von beispielsweise 90 %, klein war im Vergleich zu den anderen hierbei auftretenden Problemen.

Die eigentlichen Probleme liegen in der Nutzerakzeptanz.

Von dieser Seite aus gesehen, unter Voraussetzung des oben erwähnten Fenstereinbaues, wären die idealen Geräteeigenschaften vom Nutzer aus gesehen in etwa folgende:

1. Das Gerät soll nichts kosten.
2. Das Gerät soll unsichtbar sein.
3. Das Gerät soll so klein wie möglich sein.
4. Das Gerät soll wartungsfrei sein.
5. Das Gerät soll ewige Lebensdauer besitzen.
6. Das Gerät soll unhörbar sein.
7. Das Gerät darf keinen Zug machen.
8. Das Gerät soll keinen Strom verbrauchen.

Erfindungsgemäß wird versucht, zumindest ansatzweise, diese acht extremen Nutzerwünsche zu erfüllen.

Punkt 1: Kosten

Infolge der geringen Abmessungen, des Fenstereinbaues, der hohen Wärmerückgewinnung, des geringen Eigenenergiebedarfes, der relativ hohen Wartungsfreiheit, der hohen Lebensdauer konnte dieser Punkt für den Nutzer zumindest mittelfristig gelöst werden.

Punkt 2: Unsichtbarkeit

Die meisten Elemente können glasklar durchsichtig gestaltet werden, sodaß eine hohe Transparenz erzielt wird. Wesentlichen Anteil hat hierbei die Wärmetauscherkonstruktion gemäß der deutschen Patentanmeldung P 42 41 984, welche eine geringe Bautiefe in Durchströmrichtung gestattet und im Innenbereich der Wärmetauschertrommel durchsichtig sein kann.

Punkt 3: Baugröße

Die Konstruktion nach P 42 41 984 gestattet in einer Beziehung an die reize des theoretisch Möglichen heranzukommen. Für die tatsächliche Baugröße ergeben sich dann natürliche Grenzen, welche durch den Antrieb der Wärmetauschertrommel, die lärmäßige Güte, den Wirkungsgrad und die Baugröße der verwendeten Ventilatoren bestimmt wird.

Durch teilweises Ausnutzen des inneren Trommelraumes für die Ventilatoren in Verbindung mit entsprechenden strömungsformenden Elementen kann auch die axiale Baugröße kurz gehalten werden, sodaß ein Fenstereinbau ohne wesentlich vorstehende Teile möglich wird.

Punkt 4: Wartungsfreiheit

Erfindungsgemäß werden in der Konstruktion keinerlei verschleißende Elemente eingesetzt. Sämtliche Bewegungsabdichtungen sind als Spaltdichtungen hoher Präzision ausgeführt. Die Lagerung der Wärmetauschertrommel erfolgt im Gegensatz zu der P 42 41 984 statt mit Laufrädern magnetisch.

Durch die besondere Lagerungsart, sowohl der magnetischen als auch der Zentrallagerung, wird einerseits eine extrem hohe Lebenserwartung als auch ein sehr einfaches Handling bei Reinigungsarbeiten und die Möglichkeit des Verzichtes eines separaten Trommelantriebes und der dazugehörigen Trommeldrehzahlregelung erreicht.

Das Trommelantriebsdrehmoment wird dadurch so gering, daß bereits der im Abstrom des Frischluftaxialventilators enthaltene Drall dieses Drehmoment leicht liefert.

Dieser Drall kann in dreierlei Hinsicht genutzt werden:

1. Zur Überwindung des Reibmomentes.
2. Zur Überwindung des Abluftstromdrehmomentes; tritt die Abluft durch den Wärmetauscher hindurch, wird ihr ein Drall aufgeprägt, entsprechend der Rotationsgeschwindigkeit des Wärmetauschers. Diese Drallaufprägung bremst die Rotation ab.
3. Automatische Anpassung der Rotordrehzahl an den Luftdurchsatz: Ausgehend von einem bestimmten Betriebszustand, der durch die augenblicklichen

Luftmengen und einer bestimmten Rotationsgeschwindigkeit gekennzeichnet sei, also Gleichgewichtszustand zwischen antreibendem und bremsenden Moment, wird bei Erhöhung beider Luftmengen ein höheres Antriebsmoment für den Frischluftventilator benötigt. Dieses höhere Antriebsmoment steht nun dem Trommelantrieb zur Verfügung, die Trommel wird dadurch drehbeschleunigt, und zwar solange, bis das ebenfalls jetzt zunehmende Abluftmoment wieder so groß ist wie das Antriebsmoment.

Der Zusammenhang ist bei Vernachlässigung der Reibung Volumenstromproportional, und genau dies wird für den Drehantrieb benötigt. Die natürliche Drehzahl liegt bei Wahl eines bestimmten Betriebszustandes und eines bestimmten Ventilators für eine gegebene Trommelabmessung fest, zumindest dann, wenn man nicht durch ein zusätzliches Leitelement einen extra Drall erzeugt, was jedoch möglich wäre, aber nicht nötig ist. Die benötigte Wärmekapazität (Speichervermögen) des Wärmetauschers liegt damit auch unter Berücksichtigung weiterer Randbedingungen fest. Damit ergibt sich dann die benötigte Dicke des Wärmetauschers und damit auch die Netzstrukturgröße.

Punkt 5: Lebensdauer

Die Lebensdauer wird in erster Linie nur durch das Lageröl der Gleitlager der Ventilatoren vorläufig begrenzt. Diese Lager werden deshalb so kalt wie möglich gehalten und Erwärmung durch den Motor wird durch hohen Wirkungsgrad niedrig gehalten. Weil trotzdem nach ca 10 - 15 Jahren hier Wartungsarbeiten nötig sind, und ein teurer Kundendienst vermieden werden soll, werden Laufrad samt Lagerung zu einer steckbaren Einheit gemacht, welche nur durch die in dieser Einheit sowieso vorhandenen Permanentmagnete axial durch den Stator des Außenläufermotors fixiert werden. Diese Einheit kann dann bei Bedarf werkzeuglos innerhalb von Sekunden vom Nutzer gewechselt werden. Ebenso ist es dadurch leicht möglich, den Laufring und auch das Laufrad selbst bequem zu reinigen. Das Zentrallager, vorzugsweise ein kleines Kugellager, kann bei Bedarf ebenfalls vom Nutzer selbst leicht gewechselt werden. Die Standzeit dieses Lagers liegt wegen der sehr geringen Belastung und den niedrigen Temperaturen in der Größenordnung von 30 Jahren. Das Zentrallager verbleibt beim notwendigen Reinigen des Wärmetauschers in der Quertraverse, sodaß dieses Lager nie mit Feuchtigkeit belastet wird.

Punkt 6: Unhörbarkeit

Durch Einführung eines aerodynamischen Rotorantriebs kann auf eine zusätzliche Lärmquelle verzichtet werden, welche vor allem bei niedrigen Geräuschpegeln dominierend sein kann. Des weiteren kann durch drallnehmende Elemente vor den Ansaugöffnungen der Ventilatoren und durch sorgfältige Ausbildung der Einströmdüsen, dünne, vom Laufrad weiter entfernte Stege und aufnahmeleistungsmindernde Diffusoren sowie durch körperschallmindernde Massnahmen die Geräuschquellen weiter reduziert werden. Der Wärmetauscher selbst wirkt letztendlich durch die beiden Lochbleche und das wärmeübertragende Netz als wirksamer Schalldämfer. Zudem ist im Innenraum der Trommel noch Platz, welcher noch teilweise mit Schallabsorbern gefüllt werden kann, natürlich unter teilweiser Aufgabe der Durchsichtigkeit. Durch die Einführung der drallnehmenden Strömungsgleichrichter kann die Strömung trotz beengter Verhältnisse wieder geordnet werden.

Nicht zuletzt sind die Ventilatoren und der Wärmetauscher im geräuschoptimalen Betriebsbereich aufeinander abgestimmt.

Punkt 7: Zugfreiheit

Durch das Weglassen eines Gehäuses entsteht der größtmögliche Ausströmquerschnitt. Infolge der radialen Ausströmung baut sich die restliche Geschwindigkeit sehr rasch ab. Um ein Hochströmen in den Absaugbereich und damit einen teilweisen Strömungskurzschluß zu verhindern, wird ein Strömungsgleichrichter am Auslaß, ebenfalls magnetisch fixiert (am Fenstereinbauring), vorgesehen. Dieser nimmt auch gleichzeitig den Drall weg. Die sich ergebende Strömung sinkt dann praktisch langsam nach unten, sodaß dieses Lüftungssystem praktisch wie ein vorteilhaftes Quellluftsystem wirken kann. (die einströmende Frischluft ist immer etwas kälter als die Raumluft, auch im Sommer, da ja auch mit diesem Gerät gekühlt werden kann.

Punkt 8: Kein Eigenenergieverbrauch

Alle Maßnahmen, welche der Lärminderung dienen, wirken gleichzeitig aufnahmeleistungsmindernd.
erwendung von kollektorlosen Gleichstrommotoren.

Reale Kriterien, welche für einen Masseneinsatz notwendig sind

9. Leichte Reinigungsmöglichkeit

Nach Abnahme des WT kann dieser in einer Badewanne mit kaltem Wasser und wenig Pril leicht durch hin und herrollen gereinigt werden. Halbjährlich kann eine Intensivreinigung mit Salzwasser in gleicher Weise durchgeführt werden. Das Gerät ist auf Grund der Einbaumöglichkeit in die Fensterscheibe von allen Seiten zugänglich und damit voll reinigbar, selbst die Laufräder und der Laufring. Der zwischen den Ventilatoren liegende Bereich (Plexiglas), welcher normalerweise nicht zugänglich sein kann, aber dennoch Verbindung zur Luft haben muß (Volumenänderung der Luft bei Umgebungstemperaturen von -30 C bis +40 C, Drücke), und deshalb staubgefährdet ist, wird über eine einzige kontrollierbare Öffnung mit entstaubter und entfeuchteter Luft versorgt.

10. Bakterizide Eigenschaften

Durch Ausführung der durchsichtigen Ventilatorenhalterungen aus Plexiglas wird neben den optischen Vorzügen auch gleichzeitig die bakterienkillende und pilzkillende Wirkung des UV-Anteils des Sonnenlichts dem Wärmetauscher zur Verfügung gestellt. Des weiteren kann dem Wärmetauscher über zwei axiale hochspannungsführende Drähte im Raumseitigen Abluftbereich Ozon zugeführt werden. Dieses befreit das Wärmetauschergewebe wirkungsvoll von Geruchstoffen und gelangt direkt in die Außenluft ! Da der WT sich unter den Drähten bewegt, wird er auf seiner gesamten Fläche gereinigt. Die lokale Ozonkonzentration kann dabei sehr hoch liegen, während die Konzentration in der Abluft selbst niedrig sein kann.

(Prinzip ist noch nicht getestet. evtl. Materialangriffsgefahr.)
In die Raumluft selbst gelangt kein Ozon.

11. Einfaches Handling

Werkzeuglose (max. Münze) Reinigungs- und Wartungsarbeiten durch magnetische Fixierung aller Elemente.

12. Raumfeuchtebeeinflussung

Für den Winterfall wäre es wünschenswert, auch einen grösseren Teil der Abluftfeuchte rückzugewinnen. Im Sommerfall dagegen ist dies nicht wünschenswert. Eine Möglichkeit wäre, zwei Trommeln mit unterschiedlichen Netzmaterialien zu verwenden, das eine Material mit absorbierenden Eigenschaften, z.B. Perlon, das andere mit neutralen Eigenschaften, z.B. Polyetylen.

Eine zweite Möglichkeit besteht, den neutralen WT mit Silikagelstaub, welcher nach der Reinigung auf den Abluftbereich eingestäubt wird, gezielt absorbierend zu machen.

Während einer üblichen Reinigung wird der Staub wieder ausgewaschen.

13. Kühlmöglichkeit

Hierbei wird die Verdunstungskühlung in Verbindung mit der Kapilarwirkung von Geweben für den Wassertransport ausgenutzt.

Die Abluft wird, bevor sie in den WT gelangt, durch ein feuchtes Baumwollgewebe mit einer Struktur ähnlich wie das WT-Netz gesaugt. Als brauchbar hat sich hierbei ein Verbandsgewebe erwiesen. Etwa 4 Lagen reichen für eine ca. 98 % Luftbefeuchtung aus. Beim Durchtritt durch dieses Gewebe kühlt sich die Abluft praktisch auf Kühlgrenztemperatur ab.

Die kalte Abluft gelangt dann in den Wärmetauscher und kühlt diesen ebenfalls ab. Die Frischluft wird beim Durchtritt dann ebenfalls fast bis auf diese Temperatur heruntergekühlt, ohne dabei zusätzlich Feuchte aufzunehmen.

Durchschnittlich gelangt die Frischluft etwa 6 C kälter als die Abluft in den Raum.

Die Wasserversorgung des Gewebes erfolgt folgendermaßen:

ber ein schwimmergesteuertes Wasserventil, welches über einen dünnen Schlauch direkt mit dem Wasserleitungsdruckwasser versorgt wird, wird der Wasserstand in mehreren U-förmigen Kanälen, welche zueinander parallel und in einer Höhe verlaufen und miteinander kommunizieren, ungefähr konstant gehalten.

Die U-förmigen Kanäle sind an ihren stirnseitigen Enden verschlossen. Die U-K sind in einem flachen waagrechten Rahmen derartig gefasst, daß die obere Rahmenfläche bündig mit den oben offenen U-K abschließt, wobei die Enden der U-K noch etwa 10 mm in den Rahmen einmünden.

Auf diesen Rahmen kann jetzt ein passend geschnittenes mehrlagiges Baumwollgewebe flach aufgelegt werden.

An den Stellen, wo die Kanäle sich befinden, wird eine passende Stange eingelegt, welche das Gewebe in die wassergefüllten Kanäle taucht. Der lichte Abstand der U-K wird so gewählt, daß die Kapillare Wasser-

transportleistung der Verdunstungsmöglichkeit entspricht (ca. 4-6 cm). Mit diesem Verdunstungsrahmen, welcher in Verbindung mit einer sammelnden und in etwa dichtenden Luftkanalkonstruktion auf den Fensterring aufgesetzt werden kann, ist ein leichtes Reinigen des verdunstenden Baumwollgewebes gewährleistet. Ebenfalls aus diesem Grund kann mit normalem nichtentkalkten Leitungswasser gekühlt werden. Zu starker störender Kalkbesatz kann aus dem Gewebe mit Essig entfernt werden.

Das Auflegen des Gewebes ist sehr einfach und die Dichtigkeit des Gewebeanschlusses an den Rahmen ist voll gewährleistet ("Klatschnass"). Die Größe des Rahmens wird so gewählt, das der Strömungsdruckverlust nur ca 1-3 Pa beträgt. Deshalb ist es auch nicht notwendig, den Luftkanal um die rotierende Trommel absolut dicht ausführen zu müssen. Spaltdichtungen sind voll ausreichend.

Der Vorteil der beschriebenen Anordnung ist der, daß die Kühlung bis auf den kleinen zusätzlichen Druckverlust ohne Fremdenergie betrieben werden kann und mit minimalen gerade nötigen Wassermengen auskommt und eine weitere Regelung nicht nötig ist. Weiter ist orteilhaft, daß für die Wasserversorgung wegen der geringen Mengen ein Schlauch von weniger als 1 mm lichter Weite verwendet werden kann, welcher nahezu unsichtbar und schnell verlegt werden kann.

Die Ausführung der Konstruktion erfolgt vorzugsweise aus durchsichtigem Kunststoff.

Der beschriebene Verdunstungsrahmen wird vorzugsweise gefaltet ausgeführt, sodaß mit geringer Baubreite der erforderliche Strömungsquerschnitt erhalten wird.

Technische Probleme und Erfindungsgemäße Lösungen

Das Gerät muß in einem Temperaturbereich von -30 grad C bis +40 grad C einwandfrei arbeiten, wobei Teile des Gerätes unabhängig von der Außentemperatur jeweils auf Raumtemperaturniveau sich befinden, während gleichzeitig andere Teile Außentemperatur annehmen.

Aufgrund der Nutzerakzeptanz und des Fensterscheibeneinbaues muß das Gerät durchsichtig, klein und leise und trotzdem hohen Wirkungsgrad und hohe Lüftungsleistung besitzen (Baugröße ca 380 mm bei 200 mm Raumseitiger Bautiefe und 80 - 200 m³/h Frischluft bei >= 90 %)

Dies bedeutet, daß innerhalb des Gerätes mit sehr großen Temperaturunterschieden und Ausdehnungen zu rechnen ist.

Bei dem angestrebten hohen Wirkungsgrad von ca. 90 % und der kleinen Baugröße bereitet es Schwierigkeiten, unter den gegebenen Randbedingungen eine betriebssichere Abdichtung über diesen Temperaturbereich zu erhalten.

Eine Abdichtung, nämlich die zwischen Rotor und Einbauring ist besonders kritisch, da die Luftmenge, welche hier durchströmt, nicht am Wärmeaustausch teilnimmt.

Wenn 1 % der Luftmenge hier durchströmt, sinkt der Wirkungsgrad ebenfalls bereits um ca. 1 %, d. h. die eigentliche Wärmeübertragungsgüte muß 91 % statt 90 % betragen. Dies wiederum bedeutet ca. 10 % größeren Wärmeaustauscher.

Da auch noch andere Wirkungsgradmindernde Faktoren hereinspielen, liegt letzter Wert sogar noch höher.

Dies würde bei einem weniger effizienten Gerät kaum eine Rolle spielen, wird aber bei einem hocheffizienten Gerät wesentlich.

Beim hocheffizienten Gerät (Extremfall 100 % Gerät) spielt es dafür für den Lüftungsenergieverbrauch keine Rolle, ob viel oder wenig oder keine Lüftung erfolgt, d.h. es ist bei einem derartigen Gerät keine Luftmengenregelung oder Luftqualitätsüberwachung mehr nötig.

Bei einem niedereffizienten Gerät dagegen sind solche Regelungen noch sinnvoll und notwendig.

Bestimmte Teile des Gerätes, nämlich alle Raumseitigen Oberflächen, sind der Raumtemperatur und Raumluftfeuchtigkeit ausgesetzt.

Die Inneren Oberflächen des Gerätes sind alle den Außenluftbedingungen ausgesetzt.

Werden keine besonderen Maßnahmen ergriffen, können an der raumseitigen Oberflächen Kondensationerscheinungen und Eisbildung auftreten, welche dem schwachen aerodynamischen Antrieb Schwierigkeiten bereiten können.

Da der angesprochene kritische Dichtspalt ca. 0.3 mm oder kleiner sein sollte, werden hohe Anforderungen an die gesamte Konstruktion gestellt, hinsichtlich Fertigungsqualität, Montagequalität, Lagerungsqualität etc.

Die getroffenen Maßnahmen lassen sich in zwei Gruppen unterteilen.

Die eine Gruppe beinhaltet Maßnahmen, welche für die eigentliche Funktion nötig sind, die andere dient der Lärminderung und der Wartungsfreundlichkeit.

Funktionelle Massnahmen:

1. Aerodynamischer Antrieb der Wärmetauschertrommel.

Ausgenutzt wird der Drall, welchen der Frischluftventilator axialer Bauart naturgemäß der Luft aufprägt. Diese Lufttreibung wird durch das Wärmetauschernetz abgebremst, da es selbst wie ein Turbinengitter wirkt. Der Drehimpuls bewegt damit den Wärmetauscher.

Dieses Prinzip läßt sich natürlich auch auf andere regenerative Wärmetauscher mit Drehantrieb übertragen, wenn eine entsprechend leichtgängige Lagerung vorgesehen ist.

Ebenfalls kann dieses Prinzip bei vollkommen passiven Wärmetauscherelementen durchgeführt werden, wenn durch eine statische drallerzeugende Maßnahme der Luft eine Umfangskomponente erteilt wird.

Weiter vorteilhaft ist bei diesem Drehantrieb, daß sich die Drehgeschwindigkeit automatisch an die Luftmenge anpaßt.

a das Antriebsdrehmoment sehr klein ist, besteht die Gefahr, daß z.B. Insekten welche in die seitlichen Dichtspalte gezogen werden, den Antrieb zum Erliegen bringen könnten. Diesem kann aber leicht dadurch begegnet werden, daß die Schwungmasse des Rotors ausreichend groß gemacht wird und die Ansaugwabe klein genug (3 mm reichen aus). In zwei Jahren wurde jedenfalls noch kein Stillstand des Rotors beobachtet, sodaß sich dieser Antrieb als außerordentlich zuverlässig erwiesen hat.

2. Verzicht auf vollkommene Abdichtung zwischen Frischluft und Abluftkammer an den Längstraversen.

Es kann sowieso nicht verhindert werden, daß aus dem Frischluftbereich Luft in den Abluftbereich hinübergedrückt wird, gleichgültig wie die Wärmeübertragende Konstruktion ist.

Bei einer geschlossenzelligen Bauart wird Luft mindestens durch die Drehbewegung übertragen, bei einer offenzelligen Bauart, wie sie bei dem verwendeten Netz letztendlich vorliegt, strömt Luft in Umfangsrichtung von der Kammer hohen Druckes in die Kammer niederen Druckes.

Mit einer ausreichend langen Strömungsweglänge kann dieser Verlust minimiert werden, wobei es hier tatsächlich ein echtes Optimum gibt, wenn man bedenkt, daß die Dichtungsweglänge von der wirksamen Wärmetauscherlänge (Umfang) abgezogen werden muß.

Deshalb wird nur eine einfache Spaltdichtung vorgesehen, deren Spaltmaß nur durch die Fertigungsqualität und mögliche Rotorbewegungen limitiert wird. Bei der angegebenen Gerätegröße liegt das Spaltmaß bei 0.5 mm und die Dichtspatllänge bei 35 mm.

Der Verlust durch den Spalt bedingt im Prinzip nur eine entsprechende Mehrförderung der Ventilatoren, aber keine Wirkungsgradminderung.

Vorteilhaft ist bei dieser Maßnahme, daß dadurch der aerodynamische Drehantrieb erst ermöglicht wird und außerdem die Dichtung verschleißfrei arbeitet.

3. Ausbildung der Längstraversen als Steuerorgan für die Luftbeaufschlagung des Wärmetauschers.

Der Wärmetauscher wird oben und unten mit unterschiedlichen lokalen Luftmengen beaufschlagt. Der Grund hierfür ist darin zu sehen, daß beispielsweise der Frischluftstrom in Frontscheibennähe einen höheren

dynamischen Druckanteil hat als in Einbauringnähe. Deshalb wird der Wärmetauscher abhängig von der axialen Position mit unterschiedlichen Luftmengen beaufschlagt. Auf der Abluftseite geschieht ähnliches. Durch entsprechende Ausbildung der Längstraversen kann erreicht werden, daß die Luftmengen auf einer axialen Position für Frischluft und Abluft gleich groß sind, ohne daß hierfür Wärmetauscherfläche verloren geht. Die genaue Auslegung der Quertraversen ist jedoch erst nach entsprechender Vermessung der lokalen axialen Wirkungsgrade möglich.

4. Verwendung von Glas für den raumseitigen Trommelabschluß.
Die Scheibe verwölbt sich infolge der Temperaturunterschiede (Bimetalleffekt). Glas, im Gegensatz zu einem denkbaren Kunststoff, hat eine 5-fach höhere Wärmeleitfähigkeit und etwa eine 7-fach kleinere Wärmeausdehnung, woraus insgesamt eine 35-fach geringere Verwölbung erfolgt.
Eine Verwölbung würde den kritischen Dichtspalt verringern und die Trommel anstreifen lassen, da die axiale Fixierung der Trommel von der Scheibenseite aus erfolgt.

5. Axiale Fixierung der Trommel in der Ebene der Glasscheibe nach Punkt 4.
In der bereits erwähnten Patentschrift wird es als vorteilhaft angesehen, die axiale Fixierung der Trommel in der Nähe des kritischen Dichtspaltes vorzunehmen und die Zentrallagerung axial frei verschiebbar zu halten. Die Gründe hierfür waren die erwähnte Scheibenverwölbung und die Ausdehnung der Längstraversen.
Abweichend hiervon ist es im Falle einer Magnetlagerung vorteilhaft, die axiale Fixierung gegenteilig vorzunehmen, also diese Positionierung ins Zentrallager zu verlegen.
Damit wird bewirkt, daß die Magnetlagerung unregelmäßig einfach mit Permanentmagneten erfolgen kann und in sich stabil ist.
Zum Ausgleich der thermischen Längenänderungen der Längstraversen und der restlichen Scheibenverwölbung wird eine außentemperaturabhängige Kompensationsvorrichtung vorgesehen, (Kunststoffrohr mit hohem Ausdehnungskoeffizienten), welche das Zentrallager axial relativ zur Quertraversenposition verschiebt.

6. Magnetlagerung.
Die Magnetlagerung ist an der Stirnseite des offenen Endes der Trommel praktisch axial wirkend angeordnet und kann trotzdem radiale Kräfte aufnehmen. Erreicht wird dies dadurch, daß das im Einbauring angeordnete magn. Gegensystem im Durchmesser etwa 1 mm kleiner gemacht wird.
Die Trommel kann um die Zentrallagerung nur Kippbewegungen innerhalb eines Kegels ausführen, wobei die Kegelspitze in der Zentrallagerung liegt. Bei richtiger Dimensionierung von Dichtspalt und erwähntem Durchmesserunterschied wird eine stabile Lagerung dadurch erreicht, daß bei einer Kippbewegung der Trommel nach unten die Magnete oben sich annähern und damit die Abstoßungskräfte zunehmen und damit der Kippbewegung entgegenwirken. Gleiches im umgekehrten Sinn erfolgt auf der gegenüberliegenden Seite (unten). Bei gleicher Kippbewegung entfernen sich die Magnete und das gegenwirkende Gesamtdrehmoment um den zentralen Drehpunkt wird weiter vergrößert.
Eigentlich wirkt die magn. Gegenlagerung im unteren Bereich tragkraftmindernd, aber die gesamte Magnetlagerung wird dadurch erheblich steifer und unempfindlicher gegenüber temperaturabhängigen Änderungen der magnetischen Eigenschaften (ca. 10 %) Berücksichtigt werden muß auch die Betriebslast, welche sich aus

dem Rotorgewicht (hier 27 N) und den variablen Drücken in den Zuluft und Abluftkammern zusammensetzt (hier 0-9 N).
Unter all diesen Umständen muß die Lagerung ausreichend sicher sein und der kritische Dichtspalt darf sich nur um ca. 0.1 mm ändern.

Statt einer rein axial angeordneten magn. Lagerung wäre natürlich auch eine direkt radial wirkende Anordnung denkbar.
Für den Nutzer ergibt sich aber dann das Problem, ziemliche Schwierigkeiten bei der Trommelmontage zu haben, solange die Trommel sich noch nicht in ihrer Sollposition befindet (vorher haften evtl. die Magnete aneinander).

Vom Preis her gesehen ist die magn. Lagerung nicht teurer als eine andere mechanische Lagerung, falls diese überhaupt unter vorliegenden Randbedingungen möglich wäre.

7. Verwendung eines zweiten äußeren Lochbleches, welches in thermischen Kontakt mit den stirnseitigen Ringen steht und eines ersten Lochbleches, auf den der Wärmetauscher aufgewickelt ist, und der thermisch und mechanisch von den stirnseitigen Ringen entkoppelt ist.
Die primäre Aufgabe des zweiten Lochbleches besteht darin, die stirnseitigen Ringe auf Raumtemperatur zu halten, um Kondensationserscheinungen und Eisbildung an der Magnetlagerung zu verhindern. Das Lochblech wirkt als relativ guter Wärmeaustauscher und befindet sich praktisch auf Raumtemperatur. Die damit verbundenen Ringe und die stirnseitige Magnetlagerung werden so auch auf Raumtemperatur gehalten. Wenn der stationäre Teil der Magnetlagerung ebenfalls vom Einbauring thermisch isoliert wird, bestehen keinerlei Probleme mehr, welche durch Kondensation und Eisbildung auftreten könnten.
Da das äußere Lochblech in thermischen Kontakt mit den stirnseitigen Ringen steht, hat es auch tragende Funktion, im Gegensatz zum ersten inneren Lochblech. Dieses muß von den stirnseitigen Ringen isoliert gehalten werden, weil sich sonst an den Ringen eine Mitteltemperatur zwischen Raumtemperatur und Außentemperatur einstellen würde.
Diese thermische Isolierung geschieht über nachgebende Silikoneinlagen, welche auch die unterschiedlichen Längenänderungen zwischen innerem und äußerem Lochblech ausgleichen können.
Ähnlich isoliert wird auch die Glasscheibe aus den gleichen Gründen gehalten. Die Glasscheibe selbst könnte im Idealfall eine vakuumisolierte Einheit ein, falls verfügbar.

8. Mittelpunktpositionierung des Zentrallagers in der Quertraverse.
Für die Funktion ist es wesentlich, daß das Zentrallager genau mittig zur Magnetlagerung sitzt, da Außermittigkeit den kritischen Dichtspalt beeinflusst. Denkbar wäre eine Justiermöglichkeit hierfür.
Eine einfachere Lösung, welche direkt hohe Präzision trotz Zusammenbaues verschiedener Teile gewährleistet ist es, alle beteiligten Teile auf Drehmaschinen herzustellen und die natürliche Rotationssymmetrie auszunutzen. Der Einbauring, an welchem die Längstraversen befestigt werden müssen, wird deshalb am inneren Umfang mit Rillen ähnlich Gewinderillen versehen. Die Längstraversen werden aus einem Zylindermantel herausgeschnitten, welcher ebenfalls an entsprechender axialer Position am Umfang und an einer Stirnseite mit solchen Rillen versehen wird.
Die Quertraverse wird wiederum stirnseitig mit solchen Rillen versehen und direkt zentral aufgebohrt.
Werden die Teile nun zusammengebaut, wobei für jede Verbindung nur

eine einzige Schraube nötig ist, stimmt bereits alles: Die Längstraversen stehen im rechten Winkel zum Einbauring und die zentrale Bohrung sitzt immer mittig, unabhängig davon, wo genau die Schraubenlöcher positioniert sind, und alles ist ausreichend fest miteinander verbunden (Formschluß).

9. Trommelfixierung und axiale Justierung des kritischen Dichtspaltes, Zentrallagerkonstruktion.

Das zentrale Rillenkugellager ist fest mit einer Stahlachse verbunden, welche durch die Quertraversenbohrung lose gesteckt ist und am anderen Ende ein Gewinde trägt, welches in einem ebenfalls gewindetragenden Kunststoffstück axial fixiert ist. Das Kunststoffstück wiederum ist an der Quertraverse fixiert. Wenn das Kunststoffstück kälter wird und sich zusammenzieht, entfernt sich das Kugellager von der anderen Seite der Quertraverse.

Dies ist notwendig, weil gleichzeitig die Längstraversen kürzer werden, das äußere Lochblech in seiner Länge unverändert bleibt (Raumtemperatur) und deshalb der Dichtspalt kleiner werden würde. Durch die axiale Verschiebung des Kugellagers wird dies ausgeglichen.

Das Kugellager sitzt mit seinem Außenring fest in einem Teil, welches außen ebenfalls ein Gewinde trägt und mit einem axialen Anschlag versehen ist.

Auf dieses Gewinde kann die Trommel bis zum Anschlag eingeschraubt werden. Zentral ist eine Bohrung angebracht, durch welche mit einem Schraubendreher die zentrale Achse axial und damit der Dichtspalt justiert werden kann. (Alle beteiligten Teile sind aus Aluminium, Kunststoff hat einen 3-8 fach höheren Wärmeausdehnungskoeffizienten als Aluminium).

Bei einer Demontage des Wärmetauschers verbleibt das Kugellager an der Quertraverse, sodaß der Wärmetauscher problemlos mit Wasser gereinigt werden kann, und der Nutzer kann keine Schraube verlegen, da diese auf dem Kugellager verbleibt.

Der Innengewinde tragende Flansch ist mit der Glasscheibe mittig zur offenen Stirnseite elastisch verklebt.

10. Trennwand, Innenraumnutzung.

Auf der Trennwand werden alle Fremdkörper, welche in das Gerät gelangen, abgelagert. Aus diesem Grund wird die Trennwand magnetisch fixiert und nach unten herausnehmbar gestaltet. Die umlaufende magnetische Fixierung ermöglicht es auch leicht, die Trennwand dauerhaft dicht einzubauen.

Die Magnetstreifen sind hierbei so angeordnet, daß sie dichtend aufeinandergleiten können.

Bei extremen Lärmforderungen läßt sich der Innenraum noch weiter für Schallabsorbierende Maßnahmen nutzen, da auf die Anströmung der Ventilatoren nicht sehr viel Rücksicht genommen werden muß. Die vor den Ansaugöffnungen angeordneten Wabengleichrichter ermöglichen dies.

11. Befestigung der Plexiglasschalen am Einbauring.

Diese Verbindung erfolgt wegen der unterschiedlichen Wärmeausdehnungen über elastische Zwischenglieder luftdicht.

Da der Bereich zwischen den Plexigalasschalen, welche auch die Ventilatoren halten, nach der Montage nicht mehr zugänglich sein wird und deshalb auch nicht gereinigt werden kann, muß Staubeintrag ebenso wie Feuchteeintrag verhindert werden (Durchsichtigkeit!).

Würde dieser Bereich vollkommen luftdicht gehalten werden, entstünden Probleme infolge Druckänderungen bei Temperaturwechsel.

Aus diesem Grund wird eine kontrollierte Öffnung vorgesehen, welche

über ein Filter Luftaustausch gestattet.

Da Luft nur einströmt, wenn die Temperatur sinkt, und Luft nur ausströmt, wenn die Temperatur steigt, kann sich das Feuchtigkeitsfilter selbst regenerieren. Die Anordnung im Frischluftbereich gewährleistet hierbei von Natur aus die niedrigste Luftfeuchtigkeit; unterstützt werden kann die Regeneration durch Sonneneinstrahlung.

Bedarfsweise kann auch der Isolierglaszwischenraum mit dieser entstaubten und entfeuchteten Luft über eine sehr kleine Bohrung am Einbauring versorgt werden, sodaß bei Sturmböen auch die innenliegende Isolierglasscheibe noch tragen kann.

12. Raumseitiger Frischluftauslaßbereich.

Da der Frischluftstrom neben der radialen Strömungskomponente auch eine tangentiale besitzt, muß durch eine strömungsformende Maßnahme ein Hochsaugen in den Abluftbereich verhindert werden. Dies kann im einfachsten Fall eine kurze Schürze in dem Bereich sein, wo der Wärmetauscher aus dem Frischluftbereich in den Abluftbereich hinüberwechselt. Die Frischluft wird hierdurch nach unten abgelenkt. Auch ein Wabengitter ist denkbar. Ebenfalls könnte die Frischluft strahlartig in den Raum gelenkt werden. Die Strömungsformer werden magnetisch vom Einbauring gehalten.

Lärmmindernde Maßnahmen

Der Grundgedanke hierbei ist, Lärm erst gar nicht entstehen zu lassen, da vorhandener Lärm nur mit voluminösen Aufwand wieder entfernt werden kann. In der vorliegenden Konstruktion ist die hauptsächliche Lärmquelle der Ventilator. Hierin sind drei weitere Einzellärmquellen auszumachen, die natürlich noch weiter unterteilt werden können.

- a) Luftwirbel
- b) Motorengeräusche
- c) Vibrationen

Ausgehend von den Luftwirbeln ist deshalb die erste Maßnahme, die übliche kurze und kleine Ventilatorenbauart zu verlassen. Die Stömung braucht Platz, um sich sanft ordnen zu können. Deshalb wird eine ausreichend groß bemessene Einlaufdüse vorgesehen, welche ohne Radiensprünge die Stömung auf die Laufradanströmungsgeschwindigkeit beschleunigt. Gute Ergebnisse werden hierbei bereits bei einer elliptisch geformten Düse erzielt, die etwa bei 1.37 fachen Laufraddurchmesser beginnt und eine Bautiefe von etwa 0.24 fachem Laufraddurchmesser hat. Die Werte und die Form sind nur als Beispiel gedacht, um ungefähr eine Vorstellung vom Platzbedarf zu geben. Der Düse vorgeschaltet ist ein wabenformiger Strömungsgleichrichter von etwa 3 mm Wabentiefe und Durchmesser. Dieser ist halbkugelförmig oder als Korb ausgebildet, um seine Aufgabe bei niedrigen Strömungsgeschwindigkeiten und Druckverlusten ausführen zu können. Trotz seiner geringen Durchströmlänge formt er die Strömung außerordentlich effektiv.

Der Korb wird um die Düse herum versenkt in einer Nut eingelassen, magnetisch fixiert, damit die Luft ohne Schwelle der Düse zuströmen kann.

Hinter dem Laufrad beginnt der Einlauf in einen Diffusor. Der Einlauf besteht in einem Übergangsradius von etwa Laufraddurchmesser und mündet stetig in einen geraden Diffusor.

Der große Übergangsradius verhindert ein frühzeitiges Ablösen der Strömung dadurch, daß die Strömungsrichtung nicht abrupt geändert wird.

Nach dem stetigen Diffusor ist noch ein kurzes Rohr als Stoßdiffusor nachgeschaltet, welches im Abluftauslaß auch ein Wiederansaugen der Abluft verhindert. Auch dieses Rohr wird magnetisch fixiert.
Die gesamte Baulänge eines derartigen Ventilators beträgt etwa 1.5 fachen Laufraddurchmesser.
Durch Ausnutzen des Platzes innerhalb der Wärmetauschertrummel steht hiervon nur etwa die Hälfte über.

Die Streben, welche den Ventilatormotor im Laufring halten, sind weit weg vom Laufrad am Ende des Diffusoreinlaufes angeordnet.
Um die Strömungsverluste und tonale Geräusche niedrig zu halten, ist der Ventilatorantrieb mit einem Gegengewicht versehen, welches gestattet, die Einheit in ihrem Schwerpunkt aufzuhängen, wodurch es ermöglicht wird, die Haltestreben sehr dünn gestalten zu können. Die Haltestreben werden gleichzeitig als Stromzuführung für die Niederspannung genutzt.

Die Antriebseinheit selbst besteht aus Laufrad, Lagerung, Motorstator mit Elektronik, Lagerrohr, Gegengewicht, Lagerrohrgehäuse, chwingungsentkopplung und Justiervorrichtung.

Das Lager (einteiliges Gleitlager) bildet mit dem Laufrad eine Einheit, welche mit einem Sicherungsring zusammengehalten wird. Diese Einheit kann in das Lagerrohr axial eingesteckt werden und bildet im Prinzip ein gleitgelagertes Gleitlager.
Es versteht sich von selbst, daß die Lagerrohrbohrung und Gleitlageraußendurchmesser nur sehr kleines Spiel aufweisen dürfen, deshalb wird diese Passung auch mit einem sehr zähen Fett geschmiert.
Der Motorstator wird ebenfalls auf das Lagerrohr aufgesteckt und an bestimmten punktuellen Stellen mit Silikon fixiert.
Hiermit soll erreicht werden, daß im Bedarfsfall notfalls ein neuer Motorstator leicht montiert werden kann. Der Stator bekommt seinen Strom von den Streben über Steckverbindungen.

Das Lagerrohr, am Ende mit einem Gegengewicht versehen, wird von zwei axial, radial und drehelastischen Silikonscheiben gehalten, die symmetrisch zum Schwerpunkt angeordnet sind.

Die Silikonscheiben selbst sind, radial verschiebbar im Antriebsgehäuse gelagert.

Über ein Gewinde und ein kraftübertragendes Distanzstück kann ihre Position durch axiales Klemmen fixiert werden.

Der Zweck dieser Konstruktion ist es, den Ventilator sehr weich aufzuhängen zu können und eventuelle Setzerscheinungen der Dämpfungselemente auch nachträglich korrigieren zu können (Schwingungsisolierung).

Diese Konstruktion gestattet es, alle in Frage kommenden Korrekturen (radiale und Winkel) mit einer einzigen Schraube zu fixieren.

Notwendig sind diese Maßnahmen deshalb, weil aus Lärm- und Leistungsgründen das Laufrad mit sehr engem Spiel im Laufring laufen muß.

Der Laufring selbst wird ebenfalls weich mit der Einlaufdüse und dem Diffusor verbunden, und zwar so, daß die Randströmung nur wenig gestört wird.

Erreicht wird dies dadurch, daß ein U-formiger Silikonring, der mit seiner offenen Seite auf die Drehachse zeigt, die Teile verbindet. Diese weiche Verbindung ist auch wegen der unterschiedlichen Wärmeausdehnung (Plexiglas-Alu) notwendig. Diese doppelte Isolierung ist notwendig, wenn man bedenkt, daß die Plexiglasschale wie eine Lautsprechermembran wirkt. Da das Gewicht der Ventilatorenkonstruktion relativ hoch ist und die U-Ringe sehr weich sein müssen, kann es notwendig sein, über ein elastisches Glied, welches am Einbauring befestigt wird, einen Teil des Gewichtes zu kompensieren.

Antidrallwabe im Abluftbereich direkt hinter dem Wärmetauscher. Da der Abluft nach Passage des Wärmetauschers ein Drall aufgeprägt ist, wird dieser in einem ersten Wabengitter weitgehend vernichtet. Das zweite Wabengitter direkt vor dem Abluftventilator übernimmt dann den restlichen Drall. Nur beide Maßnahmen zusammen bewirken die gewünschte lärmindernde Entdrallung.

Zur Erzielung einer Entfeuchtung der durch den Wärmetauscher geleiteten Luft ist vorzugsweise vorgesehen, daß der Wärmetauscher in eine Kalziumchloridlösung gebracht wird, so daß er nach der Entnahme hieraus mit Kalziumchlorid getränkt ist, welches in der Lage ist, Wasser aufzunehmen, und welches durch Erhitzen leicht wieder regeneriert werden kann.

Zur näheren Erläuterung der Erfindung dient die Zeichnung. Dabei zeigen:

Fig. 1 einen schematischen Schnitt durch die gesamte Wärmetauscheranordnung,

Fig. 2 eine vergrößerte Darstellung des Bereiches der Ventilatoraufhängung,

Fig. 3 eine Schnittdarstellung der Magnetlagerung,

Fig. 4 eine vergrößerte Schnittdarstellung des Dichtspaltbereiches,

Fig. 5 eine Schnittdarstellung des Zentrallagers einschließlich der vorgesehenen Temperaturkompensation und

Fig. 6 eine vergrößerte Schnittdarstellung des Frontringbereiches.

Ansprüche:

1. Regenerativer Wärmetauscher für gasförmige Medien, insbesondere Luftwärmetauscher für die Raumbelüftung von Gebäuden, mit einer in wechselnder Folge von dem wärmeabgebenden und dem wärmeaufnehmenden gasförmigen Medium durchströmten Wärmetauscher-Trommel, deren aktive Oberfläche aus einem mehrschichtigen Netz besteht, wobei wenigstens je ein Ventilator einen Zuluft- und einen Abluftstrom erzeugt, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmetauschertrommel im wesentlichen die äußere feste Gerätebegrenzung bildet.
2. Regenerativer Wärmetauscher einer drehenden Bauart, dadurch gekennzeichnet, daß der Antrieb der Wt-Trommel durch einen drallbehafteten Luftstrom erzeugt wird.
3. Luftstromantrieb nach A.2, dadurch gekennzeichnet, daß als drallbehafteter Luftstrom direkt der Abstrom eines axialen Zuluftventilators benutzt wird
4. Wt n.A. 1, dadurch gekennzeichnet, daß er mindestens teilweise magnetisch verlagert ist
5. Wt. n.A.1, d.g., daß als Dichtelemente ausschließlich berührungslose Spaltdichtungen verwandt werden
6. Wt n.A.4, d.g., daß die Magnetlagerung gleichzeitig Dichtfunktion n. A.5 erfüllt.
7. Wt.n.A.1, d.g., daß das äußere Lochblech thermischen Kontakt mit den stirnseitigen Ringen hat, um diese ungefähr auf Raumtemperatur zu halten.
8. A1..., daß das "kalte" innere Lochblech thermisch isoliert gehalten wird
- 9.a1, daß die Trommel hindernisfrei axial abziehbar ist
- 10.a1, daß das eine stirnseitige Zentrallager nach Abzug der Trommel in der Quertraverse verbleibt.
 - 1.a1, daß die axiale Trommelpositionierung mit einer Außentemperaturabhängigen Kompensationsvorrichtung versehen ist.
- 12.a1, daß die axiale Position der Wt-Trommel und dadurch der verlustbringende Dichtspalt von außen einstellbar ist
- 13.a1, daß ein stirnseiter Verschluß der Trommel aus einem durchsichtigen Material besteht
- 14.a1, daß die axiale Fixierung der Trommel von der geschlossenen Stirnseite her erfolgt
15. a13, daß das durchsichtige Material n.A13 Glas ist. Erreicht wird hierdurch wegen des geringen thermischen Ausdehnungskoeffizienten und der rel. großen Leitfähigkeit (gegenüber Kunststoffen) geringste Verwölbung bei großen Temperaturunterschieden. Axiale Fixierung der Trommel gemäß A14 hierdurch erst möglich

16. a4, daß die Hauptmagnetlagerung in der oberen Hälfte der Trommel durch eine entgegengesetzt wirkende, also die Tragfähigkeit mindernde zweite Magnetlagerung in der unteren Hälfte ergänzt wird, damit die Gesamtlagerung möglichst steif wird.

17. a4, daß für die Lagerung nur Permanentmagnete verwendet werden

18. a4, daß die Magnetisierungsrichtung eines Teilmagnetsystems parallel zur Trommelachse verläuft, das feststehende System im Durchmesser etwas kleiner ist, als das rotierende System. Hierdurch kann erreicht werden, daß die resultierende magnetische Krafrichtung senkrecht zur möglichen mechanischen Bewegung der Trommel ist, das Magnetsystem also kleinste Abmessungen besitzen kann

19. a1, daß der Rotor in einem einzigen Lagerpunkt mechanisch fixiert ist, praktisch derart, daß die Rotorachse nur Bewegungen innerhalb eines Kegels ausführen kann, wobei die Kegelspitze nur auf einer einzigen Achse verschiebbar ist

20. a1, daß nach Lösen einer einzigen zentral angeordneten Fixiereinrichtung diese unverlierbar an einem der zu trennenden Teile verbleibt (Verlegeschutz)

21. a1, daß zum Ausgleich thermischer Dehnungen hochelastische Zwischenglieder verwendet sind. An einer der folgenden Positionen:
Glasscheibe/Zentrallageraufnahme, Außenringe/inneres Lochblech,
Scheibeneinbauring/Ventilatorenhalterung,
Ventilatorenhalterung/ Ventilatorenlaufring

22. a1, daß die Längstraversenbefestigung derart erfolgt, daß eine Winkelpositionsungenauigkeit auf einer zur Drehachse des Rotors senkrecht stehenden Achse keinen Einfluß auf den Mittelpunkt der fixen Rotorlagerung hat

23. a1, daß die Quertraversenbefestigung derart erfolgt, daß eine Winkelpositionsungenauigkeit auf einer zur Drehachse des Rotors senkrecht stehenden Achse keinen Einfluß auf den Mittelpunkt der fixen Rotorlagerung hat

24. a1, daß die Längstraverse herausgeschnittener Teil eines auf einer Drehbank erstellten Zylinders ist oder davon abgeleitet ist

23. a1, daß die Quertraverse Teil eines auf einer Drehbank hergestellten Teiles ist oder davon abgeleitet ist

24. a1, daß die Längstraversen, welche gleichzeitig als Dichtelement zwischen Zuluft- und Abluftkammer dienen, in Rotationsachsenrichtung gesehen den Kammerumfang bzw. die in Umfangsrichtung beaufschlagten Kammerlängen bedarfsgemäß aufteilen, sodaß im Prinzip jeder axiale Kammerabschnitt mit denselben Luftmengen komplementär beaufschlagt wird

25. a22, daß die Längstraverse thermisch isoliert am Einbauring befestigt ist

26. A1, daß die Anströmung der Ventilatoren durch ein drallnehmendes Element erfolgt, z.B. durch ein Wabengitter

27.A1, daß die Abluft nach Passage des WT durch ein oder mehrere drallnehmende Elemente strömt

28.a1, daß die Ventilatorlaufräder samt Lagerung eine magnetisch fixierte, axial werkzeuglos herausnehmbare Einheit bilden

29. a1, daß Lagerwärme und Motorwärme der Ventilatoren über ein Lagerrohr an eines im Luftstrom befindliches Gegengewicht abgegeben werden

30. Lagerrohr nach a29,...,daß dieses bereits schwingungsgedämpft in einem Gehäuse gelagert ist

31. Schwingungsdämpfung n.30,..., daß der Schwingungsdämpfer auch als Schallabsorbers in Form eines Silikonschaumes ausgebildet ist, um höherfrequente Kommutierungsgeräusche zu mindern

32. a1,daß die Ventilatorenaufhängung in einem Laufring dergestalt ist, daß die Einheit im Schwerpunkt aufgehängt ist, und Schwingungen bereits am Entstehungsort weitgehend gedämpft werden, sodaß die Halterung sehr schwach ausgeführt werden kann, welches geringe Lärmentwicklung und erhöhte Luftleistung bewirkt

33. a1, daß die Ventilatoren mit Kunststofflaufrädern ausgerüstet sind, wobei die Laufräder mit sehr engem Spiel in ihrem Gehäuse laufen, dadurch leise sind, und der Nachteil des Kunststoffkriechens und damit ein Anstreifen der Laufräder dadurch ausgeglichen wird, daß die Laufspaltzugabe gerade so groß gemacht ist, daß ein Anstreifen des Laufrades am Gehäuse erst dann erfolgt, wenn ohnehin die Laufradlagerung ausgewechselt werden muß.

34. a1, daß strömungsformende Elemente magnetisch fixiert sind

35.a1, daß ein strömungsformendes Element auf der raumseitigen Ausblasseite angeordnet ist, welches verhindert, daß die Frische Zuluft wieder direkt in den oberen Absaugbereich gelangt. Dieses Element kann im einfachsten Fall bereits eine kurze Schürze sein, welche mit Hilfe der aus den letzten 10 % des WT austretenden Luft die restliche vorherige Luft durch Strahlwirkung nach unten ablenkt

36. a1, daß die raumseitige Abluft von oben abgesaugt wird, und die frische Zuluft nach unten geblasen wird

37.a1,daß der gesamte Bereich innerhalb des WT-Durchmessers weitgehend durchsichtig gestaltet ist

38. a1,daß die Ventilatoren innerhalb des WT Durchmessers angeordnet sind

39. a1, daß beide Ventilatoren auf gleichem Temperaturniveau angeordnet sind

40. a39, daß beide Ventilatoren auf Außentemperaturniveau angeordnet sind

41. a1,daß die kammertrennende Wand nach unten herausnehmbar ist

42. a40, daß diese Wand magnetisch fixiert ist

43.a1, dass die Kammertrennwand als Schallabsorber ausgebildet ist

44.a1, daß der innenliegende Raum direkt vor der geschlossenen Trommelstirnseite einen flächigen stillstehenden Schallabsorber enthält

45.a1, daß die Ventilatoren mit einem düsenförmigen Einlauf versehen sind, der mindestens 1.2 mal größer als der Laufraddurchmesser ist

46. a45, daß der Ventilatorenlaufring von Einlaufdüse und Diffusor über weiche Zwischenglieder körperschallentkoppelt sind

47. a1, daß bei Isolierverglasungen eine kontrollierte Verbindung zwischen Isolierglasscheibenzwischenraum und Außenluft hergestellt wird, wobei die Luft, welche durch diese Verbindung strömt, durch ein Staub- und Feuchtigkeitssorptionsfilter gelangt

48. a47, daß dieses Filter so angeordnet ist, daß mögliche Sonnenbestrahlung das Filter erwärmt und Feuchtigkeit ausgetrieben wird, sodaß es sich automatisch regeneriert

49.a1, daß er in einem Fenster eingebaut ist

50. Passives kombiniertes Lüftungselement nach Anspruch 1 oder 2, d.g., daß das Lüftungselement ein statisches Element enthält, welches einem Luftstrom einen Drall erteilt, bevor er durch den Wärmetauscher strömt, und dadurch diesen auch ohne Ventilatoren vor Ort antreibt. Dieser WT kann dann bei entsprechender Kanalisierung Bestandteil einer üblichen zentralen Be- und Entlüftungsanlage sein

51. a50, daß die Rotationsachse senkrecht steht

52. Elastische Ventilatorenlagerrohrhalterung, d.g., daß das den Ventilatorantrieb und ein Gegengewicht verbindende Zwischenstück von zwei elastischen Scheiben gehalten wird, welche wiederum in einem feststehenden Gehäuse radial verschiebbar und axial über ein Zwischenstück gemeinsam klemmbar in ihrer Position fixiert werden können.

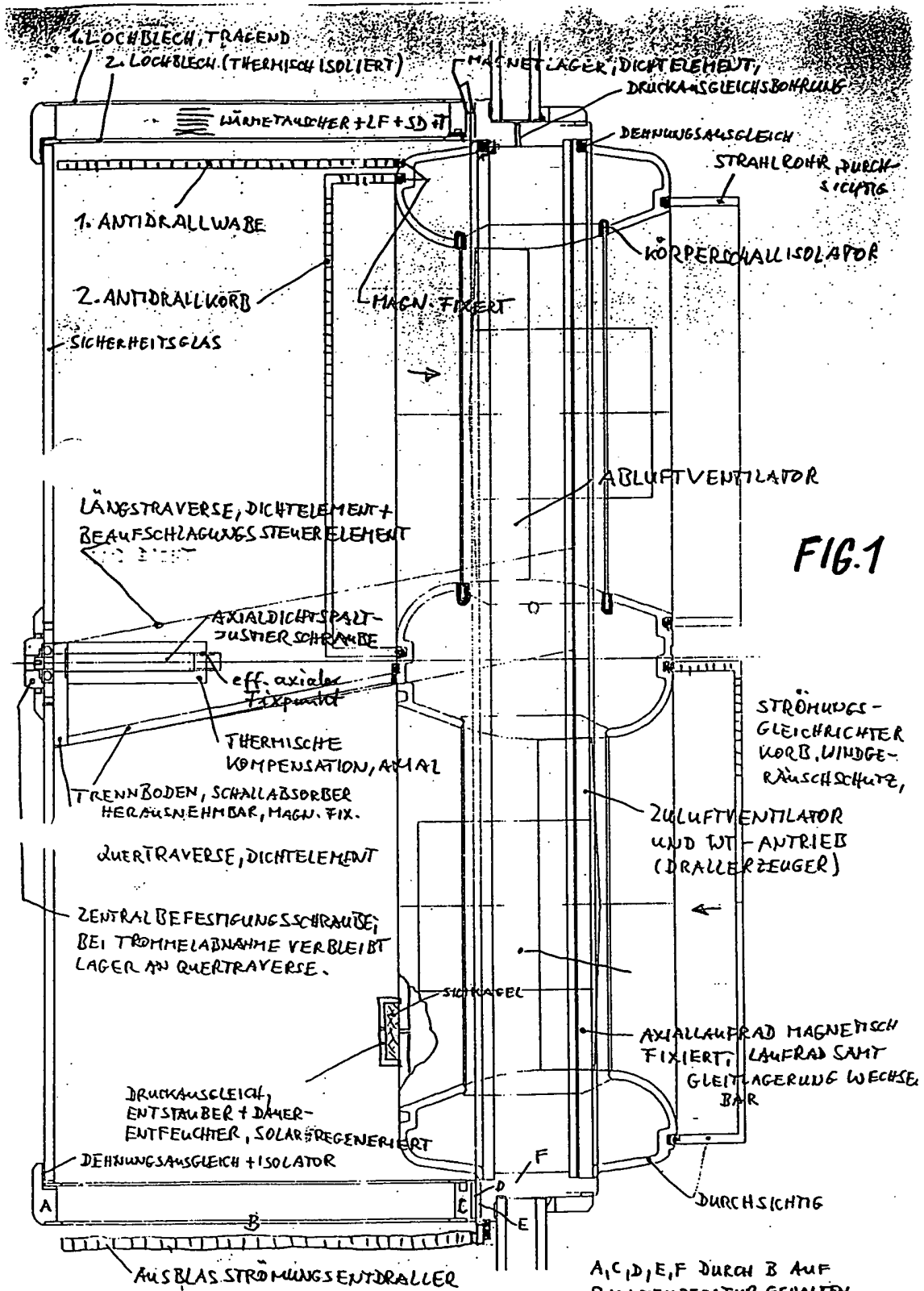
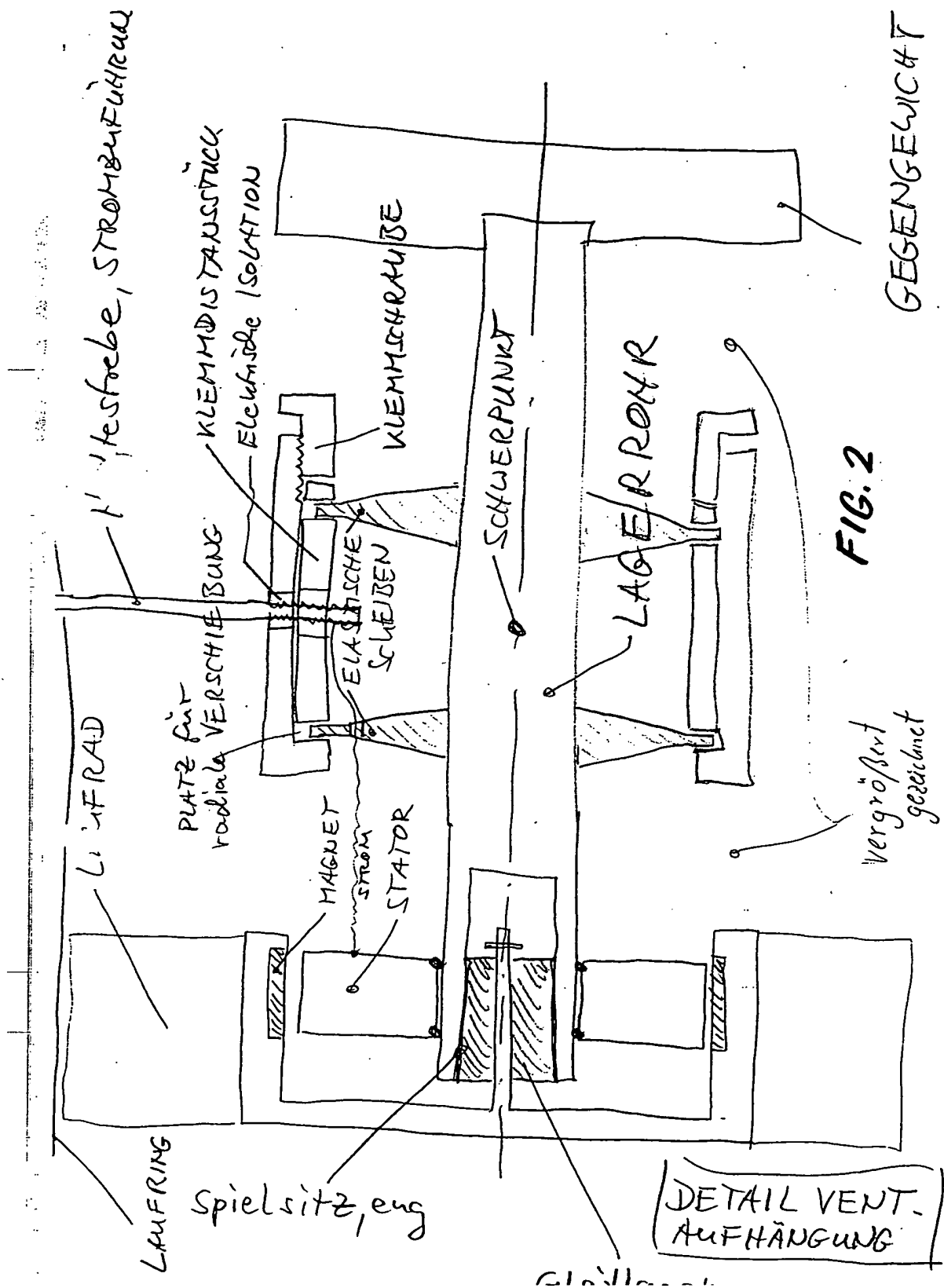
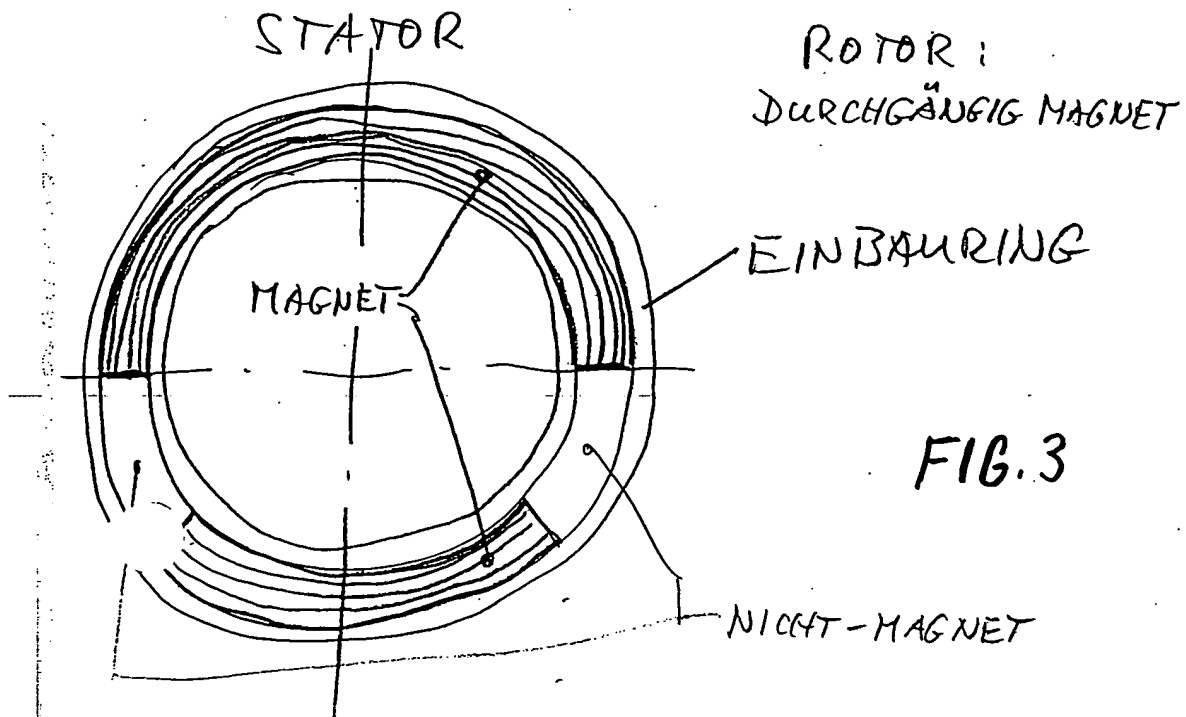
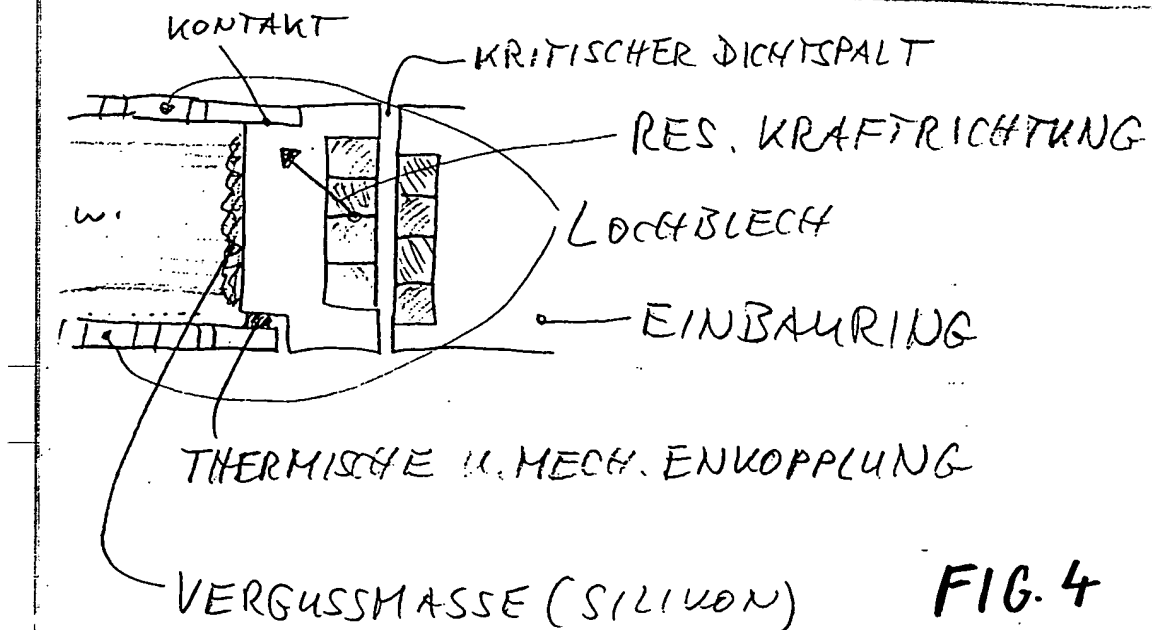


FIG.1





MAGNETLAGERUNG



DETAIL ZENTRALLAGER + TEMP. KOMPENSATION

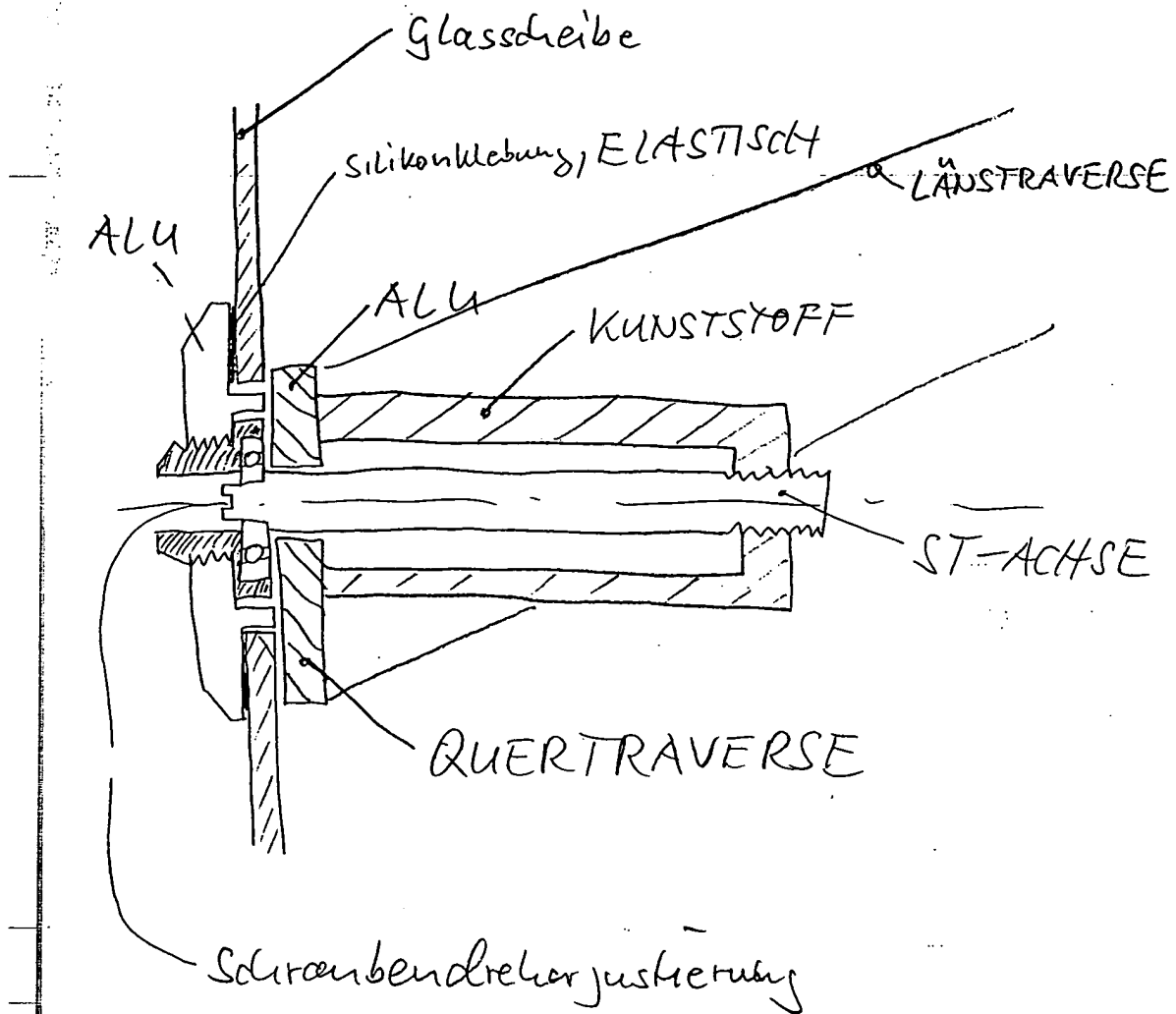


FIG. 5

DETAIL GLASSCHEIBE, FRONTRING

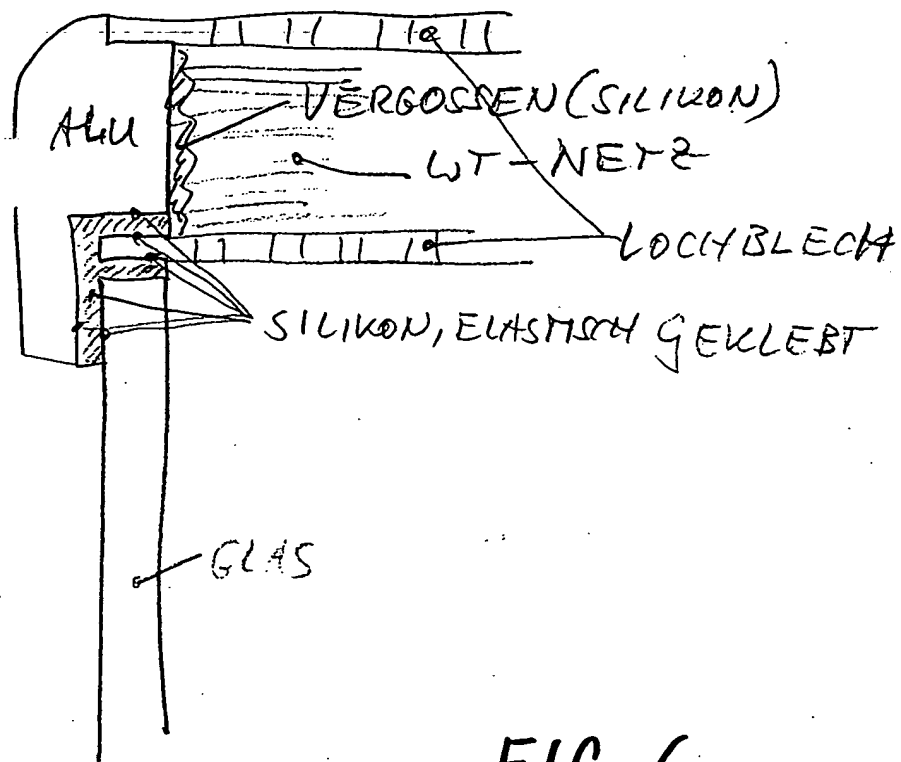


FIG. 6